

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

Patent Number: JP10125995

Publication date: 1998-05-15

Inventor(s): KAWADA SEIJI

Applicant(s): NEC CORP

Requested Patent: ☐ JP10125995

Application Number: JP19960276478 19961018

Priority Number(s):

IPC Classification: H01S3/18

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a mesa stripe-buried semiconductor laser to be lessened in threshold value and improved in kink level.

SOLUTION: When an outer clad layer 6 which controls a lateral mode is formed by etching, etching is controlled in depth by an etching stop layer 5. The etching stop layer 5 is formed of a multi-quantum well layer, the well layer is formed so thick as to have a band gap which does not absorb light oscillated in an active layer 3, and etching can be surely stopped by the well layers. The barrier layer of the etching stop layer 5 is set lower in refractive index than the clad layer, and the average refractive index of all the etching stop layer 5 is set lower than those of the clad layers 4 and 6, whereby light distribution is restrained from spreading wide.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-125995

(43)公開日 平成10年(1998)5月15日

(51)Int.Cl.⁸
H01S 3/18

識別記号

F I
H01S 3/18

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-276478

(22)出願日 平成 8 年(1996)10月18日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72)発明者 河田 誠治

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内

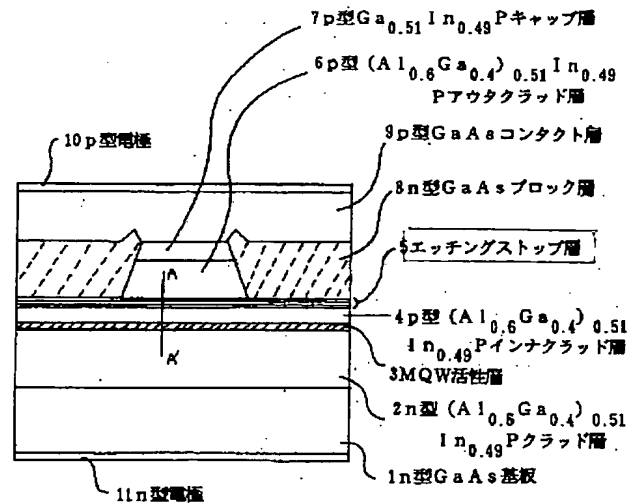
(74)代理人 弁理士 菅野 中

(54)【発明の名称】半導体レーザ装置

(57)【要約】

【課題】 メサ状のストライプを埋め込むタイプの半導体レーザのしきい値を低減し、キンクレベルを向上する。

【解決手段】 横モードを制御するためのアウトクラッド層 6 をエッチングにより形成する際に、エッチングストップ層 5 を用いてエッチング深さの制御を行う。このエッチングストップ層 5 は、多重量子井戸でできており、井戸層は、活性層 3 の発振光を吸収しないバンドギャップを持つ厚さとなっており、かつ、複数の井戸層により、確実にエッチングを停止できる。このエッチングストップ層 5 のバリア層をクラッド層より屈折率を低くし、エッチングストップ層 5 全体の平均屈折率をクラッド層 4 および 6 より小さくし、光分布の広がりを抑えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 活性層上に第 1 導電型のクラッド層と、多重量子井戸層からなるエッチングストップ層とを有し、該エッチングストップ層上にメサ型で第 1 導電型のクラッド層と、該クラッド層を横方向に挟む第 2 導電型もしくは、絶縁型の電流ブロック層とを具備する半導体レーザ装置であって、

前記多重量子井戸層のバンドギャップエネルギーは、前記活性層の発光エネルギーよりも大きく、かつ、多重量子井戸層の平均屈折率は、前記 2 つのクラッド層の屈折率と等しいか、もしくは、小さいものであることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記多重量子井戸の井戸層の屈折率は、前記 2 つのクラッド層の屈折率より大きく、かつ、前記多重量子井戸のバリア層の屈折率は、前記 2 つのクラッド層の屈折率より小さいものであることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、単一横モードで発振する半導体レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】最近、光ディスク装置の大容量化などの要求に伴い赤色域で発振する AlGaInP 系の半導体レーザが実用化され、その性能向上が急がれている。この半導体レーザの構造として、図 4 に示すような構造が報告されている（特開平 6 - 2 4 4 4 9 7 号公報参照）。

【0003】図 4 に示す半導体レーザ装置は、MQW 活性層 3 上に、p 型 (Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P インナクラッド層 16 と、エッチングストップ層 17 と、p 型 (Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P アウタクラッド層 18 とが順次成長され、その後アウタクラッド層 18 を一部をメサ状に残し、エッチングストップ層 17 までエッチングし、エッチングした部分に n 型 GaAs ブロック層 8 が再成長され、光の導波構造と、電流のメサ状部のみの注入を実現したものである。

【0004】図 4 に示す構造では、エッチングによる構造を再現性よく作るために、エッチングストップ層 17 は、多重量子井戸構造となっており、その複数の井戸層のいずれかで、エッチングが確実に停止し、かつ、エッチングを停止する層のバンドギャップエネルギーを活性層の発振エネルギーより大きくし、光の吸収を抑え、半導体レーザの発振しきい値などの特性低下を防止している。

【0005】また、特開平 3 - 2 4 0 2 8 7 号公報には、単層のエッチングストップ層を有する AlGaAs 系半導体レーザが開示されている。この半導体レーザでは、エッチングストップ層の屈折率が周囲のクラッド層より大きくなり、この部分で光の分布が広がり、光出力

の低下や、キンクの発生が問題になると指摘しており、その解決手段として、エッチングストップ層を高濃度にドーピングし、屈折率を下げる方法が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図 4 に示された従来の半導体レーザ装置は、半導体レーザのしきい値、光出力、キンクレベル等の性能向上が、ある程度以上はできないという問題があった。

【0007】その理由は、エッチングストップ層が、GaInP 井戸層と (Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P バリア層とで形成されており、図 5 に示すように、光分布がエッチングストップ層に引きづられて分布し、光分布の設計が自由にできないためである。

【0008】また、特開平 3 - 2 4 0 2 8 7 号公報に示された技術では、エッチングストップ層の高濃度ドーピングを、上記第 1 の問題点解決のために図 4 に適用することが困難であるという問題があった。

【0009】その理由は、多重量子井戸層ヘドープメントを高濃度にドーピングすると、内部での拡散のために多重量子井戸構造が破壊されること、およびドープメントの拡散による発光効率低下などの悪影響があるからである。

【0010】本発明の目的は、上記問題点を解決し、多重量子井戸エッチングストップ層のエッチングストップ機能と光の非吸収機能を保ったまま、光の分布を自由に設計できるようにし、しきい値の低下や、高出力化を実現する半導体レーザ装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る半導体レーザ装置は、活性層上に第 1 導電型のクラッド層と、多重量子井戸層からなるエッチングストップ層とを有し、該エッチングストップ層上にメサ型で第 1 導電型のクラッド層と、該クラッド層を横方向に挟む第 2 導電型もしくは、絶縁型の電流ブロック層とを具備する半導体レーザ装置であって、前記多重量子井戸層のバンドギャップエネルギーは、前記活性層の発光エネルギーよりも大きく、かつ、多重量子井戸層の平均屈折率は、前記 2 つのクラッド層の屈折率と等しいか、もしくは、小さいものである。

【0012】また前記多重量子井戸の井戸層の屈折率は、前記 2 つのクラッド層の屈折率より大きく、かつ、前記多重量子井戸のバリア層の屈折率は、前記 2 つのクラッド層の屈折率より小さいものである。

【0013】

【作用】本発明に係る半導体レーザ装置のエッチングストップ層の構造は、図 2 に示すように、周囲のクラッド層より屈折率の大きい井戸部と、屈折率の小さいバリア部とからなり、平均屈折率がクラッド層と等しい、或いは小さくなっているため、光を導波することがなく、光学的には、エッチングストップ層も様なクラッド層と

みなしてデバイス設計が可能となる。

【0014】また、複数の井戸層による確実なエッチングの停止効果と、量子井戸化によるバンドギャップの拡大による光の非吸収効果は、従来通りである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【0016】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態1に係る半導体レーザ装置を示す断面図である。

【0017】図1に示すように、n型GaAs基板1（Siドーブ、 $n=2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ）上に、n型（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}Pクラッド層2（ $n=1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 、厚み1.2 μm ）と、MQW活性層3（アンドープ、発振波長685nm）と、p型（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}Pインナクラッド層4（ $p=5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 、厚み0.3 μm ）と、エッチングストップ層5（井戸層：GaInP40Å、2層、バリア層：AlInP100Å、3層）と、p型（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}Pアウトクラッド層6（ $p=5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 、厚み1 μm ）と、p型Ga_{0.9}In_{0.1}Pキャップ層7とを順次成長形成させている。

【0018】結晶成長には、減圧の有機金属気相成長法（MOVPE）を用い、成長条件は、温度700℃、圧力70 Torr、 $V/III=150$ 、キャリアガス（H₂）の全流量15 l/minとした。原料にはトリメチルインジウム（TMI：（CH₃）₃In）、トリエチルガリウム（TEG：（C₂H₅）₃Ga）、トリメチルアルミニウム（TMA：（CH₃）₃Al）、アルシン（AsH₃）、ホスフィン（PH₃）、P型ドーパント：ジメチル亜鉛（DMZ：（CH₃）₂Zn）、n型ドーパント：ジシラン（Si₂H₆）を用いた。

【0019】以上の過程を経て成長したウェハに、フォトリソグラフィにより、ストライプ状のSiO₂マスクを形成する。

【0020】次に、SiO₂マスクを用い、まず、臭素系のエッチャントでp型Ga_{0.9}In_{0.1}Pキャップ層7をストライプ状にエッチングし、引き続いて（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}Pに対するエッチングレートが3000 Å/min、AlInPに対するエッチングレートが1 $\mu\text{m}/\text{min}$ 、GaInPに対するエッチングレートが50 Å/minである臭化水素系のエッチャントでp型（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}Pアウトクラッド層6をエッチングした。このとき、5mmのエッチング時間に対し、1min以上のエッチングは、エッチングストップ層5で止まっており（GaInPをゆっくりエッチングしている状態）、再現性良く、確実に同一寸法のメサストライプが形成可能であった。

【0021】次に、SiO₂マスクを付けたまま、MOVPEにより2回目の成長を行い、n型GaAsブロック層8を形成する。その後、SiO₂を除去し、MOV

PEにより3回目の成長を行い、p型GaAsコンタクト層9を形成する。

【0022】以上のようにして作られたウェハに、n型電極11およびp型電極10を、真空蒸着およびスパッタで形成させた後、キャビティ長600 μm にへき開し、前面10%、後面90%の誘電体反射膜をスパッタにより形成する。

【0023】上述の本発明に基づいて作製した半導体レーザを従来の半導体レーザと比較した。比較した半導体レーザは、上述した実施形態のエッチングストップ層のバリア層を（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}Pとしたものであり、他のディメンションや、ドーピング濃度、構造はすべて実施形態2と同一とした。この2種類のウェハを3枚ずつ用意し、各ウェハから任意に50ペレット抜き取った150ペレットのしきい値の平均値をくらべると、従来構造では42mAであるのに対し、本実施形態では、36mAと低しきい値化がなされた。

【0024】これは、本発明の作用により、エッチングストップ層に光が片寄って分布することがなくなり、n型GaAsのブロック層による光のロスが減少したためである。

【0025】（実施形態2）図3は、本発明の実施形態2を示す断面図である。構造、作製方法は、基本的には、実施形態1と同じであるが、光の導波モードを実屈折率導波とするために、メサ状のストライプの外側をn型Al_{0.1}In_{0.1}Pブロック層13に変更してある。

【0026】これに伴い、n型クラッド層を（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}P19へ、p型インナクラッド層を（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}P12、p型アウトクラッド層を（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}P14へ変更した。この第2の実施形態についても、本発明の効果を検証するために、エッチングストップ層5のガイド層のみを（Al_{0.1}Ga_{0.9}）_{0.9}In_{0.1}Pにしたものを用意し、レーザの特性を比較した。第1の実施形態のときと同様に3ウェハより抜き取った150個の半導体レーザの平均値を比較すると、従来構造のエッチングストップ層を有するレーザのしきい値が35mA、キンク発生光出力が55mWであるのに対し、第2の実施形態のレーザでは、しきい値が29mA、キンク発生光出力が65mWで両特性とも向上した。

【0027】以上述べてきた実施形態では、結晶系をAlGaInP系として説明したが、AlGaAs系等、他の結晶系の半導体レーザ装置にも本発明は適用可能である。また、上述の実施形態では、活性層、クラッド層等の組成、膜厚、ドーピング濃度や、キャビティ長、端面反射率等に特定の値を示して説明したが、これらは、以上の値に限定されるものではなく、求められるレーザ特性に対し、設計者が値を決めるものであることも言うまでもない。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、発振しきい値の低減、キンク発生光出力の向上など、半導体レーザ装置の特性を向上できる。その理由は、エッチングストップ層に光を導波しなくなったためである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1を示す断面図である。

【図2】本発明の作用を説明する光の分布を示す模式図である。

【図3】本発明の実施形態2を示す断面図である。

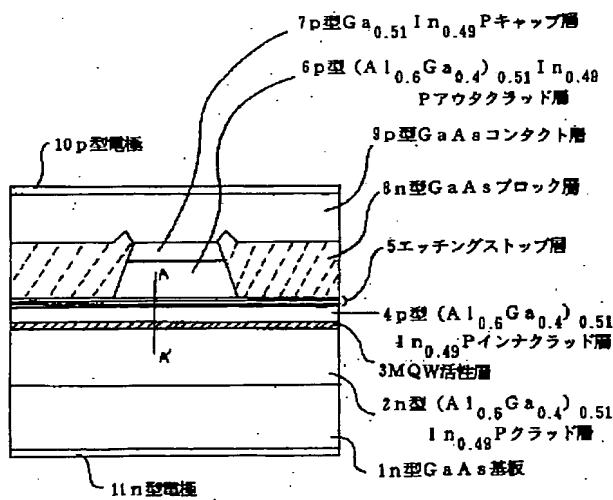
【図4】従来の半導体レーザ装置を示す断面図である。

【図5】従来の半導体レーザ装置の光の分布を示す模式図である。

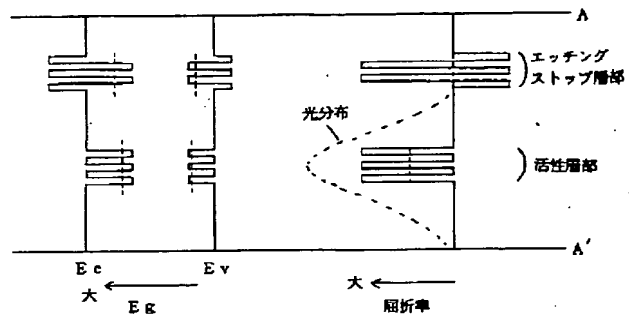
【符号の説明】

- 1 n型GaAs基板
- 2 n型 $(Al_{0.6}Ga_{0.4})_{0.51}In_{0.49}$ Pクラッド層
- 3 MQW活性層
- 4 p型 $(Al_{0.6}Ga_{0.4})_{0.51}In_{0.49}$ Pインナクラッド層
- 5 エッチングストップ層
- 6 p型 $(Al_{0.6}Ga_{0.4})_{0.51}In_{0.49}$ Pアウトクラッド層
- 7 p型 $Ga_{0.51}In_{0.49}$ Pキャップ層
- 8 n型GaAsブロック層
- 9 p型GaAsコンタクト層
- 10 p型電極
- 11 n型電極

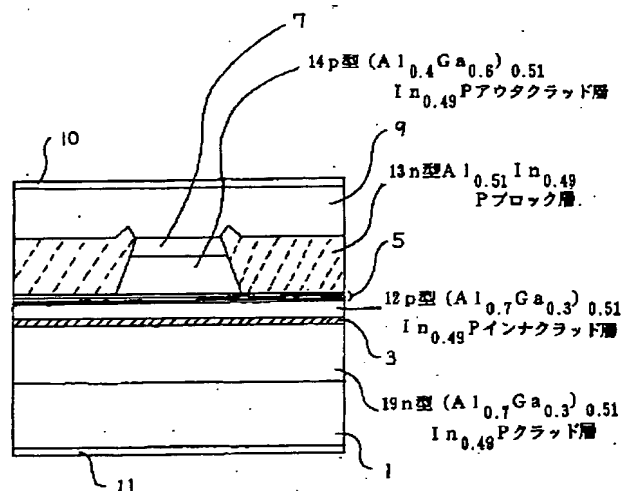
【図1】



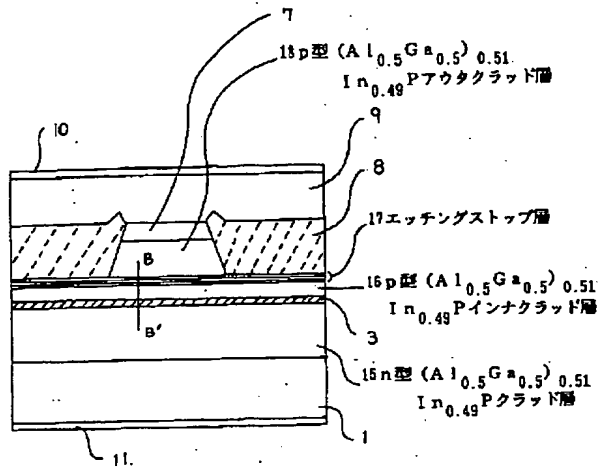
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

